



PRÁCTICA 1: Determinación y análisis del indicador de productividad.

OBJETIVOS:

Al finalizar esta práctica el estudiante debe ser capaz de:

1. Identificar y describir el(los) insumo(s) que participa(n) en el proceso.
2. Identificar y describir el(los) producto(s) que se obtiene(n) del proceso.
3. Determinar los indicadores parciales de productividad.
4. Determinar los indicadores totales de productividad.
5. Proponer estrategias para el aseguramiento y mejoramiento continuo del indicador.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA:

La empresa se considera como un sistema abierto y la clave de su éxito depende de la mejora constante de su gestión productiva. Sus beneficios se ven afectados por cuatro factores básicos: el precio de venta de los productos, el costo de los insumos, la cantidad de productos vendidos y la cantidad de productos que se obtienen del total de insumos utilizados; los tres primeros dependen de factores externos, mientras que el último depende exclusivamente de ella.

La capacidad que posea el sistema para transformar las entradas en salidas determina su productividad.

El *insumo* es el elemento que participa en la formación del producto, sufre un desgaste en el tiempo dado en la transferencia de sus características propias a la elaboración del producto final. Está formado por el capital (C), la mano de obra (MO), la materia prima (MP), la energía (E) y otros insumos (OI); se clasifican según sus características básicas en: rubro, clase y tipo, y varían en dependencia del tipo de empresa.

El *producto* está identificado con el resultado (bien o servicio) de una actividad o empresa, los cuales se expresan en unidades de medida, teniendo en cuenta sus características y a las conveniencias de los usuarios o para efectos del cálculo. Se clasifican de acuerdo a las características propias de cada empresa considerando: características físicas, composición química, materia prima utilizada, procesos para la elaboración del producto y su presentación; además posee una clasificación interna en grupo, clase y tipo.

La *productividad* es el cociente que se establece entre la cantidad de bienes o servicios (productos) y la cantidad de recursos gastados (insumos); es una filosofía, una concepción del quehacer productivo, un principio guía que debe ser tenido siempre en cuenta, es un concepto multifacético (por los factores que la condicionan) y estratificable; es la capacidad de producir, es una medida del progreso científico técnico, es la relación entre el producto de una actividad y los insumos requeridos para producirlos, es un estado de ánimo que busca la superación constante. Es un principio que rige las relaciones entre los seres humanos y la

naturaleza, el cual debe hacerse efectivo y correctamente para reproducir la raza humana y mejorar la sociedad como un todo.

Se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$Pt = \frac{\text{Cantidad de bienes o servicio (productos q)}}{\text{Cantidad de recursos gastados (insumos Q)}}$$

Otros indicadores que presentan estrecha relación con la productividad son los referentes a la racionalización, la efectividad, la eficiencia y la rentabilidad, este último de gran importancia debido a que influye directamente en el mejoramiento del nivel de vida y en la satisfacción de las necesidades básicas de los hombres, brindando mayores valores para competir en el mercado.

Algunos factores a considerar en la medición y análisis de la productividad son los siguientes:

1. El diseño de los productos o servicios.
2. Los procesos existentes.
3. Los sistemas administrativos.
4. Los métodos de trabajo.
5. La motivación al personal.
6. La inversión.
7. La reglamentación gubernamental.
8. La mano de obra.
9. El manejo y acarreo de los materiales.
10. El almacenamiento.
11. Planificación y Control de la Producción:
 - 11.1 Pronósticos.
 - 11.2 Planificación.
 - 11.3 Programación.
 - 11.4 Inventarios.
 - 11.5 Control.

La *productividad parcial* es aquella que relaciona la cantidad de productos con la cantidad de uno de los insumos utilizados. Muestra la productividad del insumo en estudio. Son muy útiles si se les sabe manejar y comprender, facilitan el proceso de cálculo y su manejo, cuando se quiere vincularla con otros factores de la empresa.

La *productividad total* es aquella cuando los insumos son considerados en su totalidad para efectos del cálculo y análisis de productividad, es la relación entre el producto y la totalidad de los insumos que intervienen para su producción.

El desempeño de una empresa debe ser analizado en función de los objetivos que esta se plantea y de los aspectos principales que contribuyen a su consecución tales como: ser rentables, producir con calidad, tener alta productividad y la satisfacción material y psicológica de la comunidad que la conforma.

Un *indicador parcial* de productividad es aquel que relaciona la cantidad de productos con la cantidad de uno de los insumos utilizados, muestra la productividad del insumo.

Generalmente, se consideran básicas para cualquier sistema de medición y análisis cuatro indicadores de productividad parcial:

$$P_{tc} = \frac{q}{Q_c} \quad P_{tmp} = \frac{q}{Q_{mp}} \quad P_{te} = \frac{q}{Q_e} \quad P_{tmo} = \frac{q}{Q_{h-h}}$$

Donde:

- q Cantidad de productos.
- P_{tc} Productividad del capital.
- P_{tmp} Productividad de la materia prima.
- P_{te} Productividad de la energía.
- P_{tmo} Productividad de la mano de obra.
- Q_c Cantidad del insumo capital utilizado.
- Q_{mp} Cantidad del insumo materia prima utilizada.
- Q_e Cantidad del insumo energía utilizada.
- Q_{h-h} Cantidad del insumo mano de obra utilizada.

Para el cálculo de las productividades parciales para el conjunto de producción es necesario sumar los productos diferentes a través de una unidad homogénea denominada *Coefficiente Físico de Equivalencia (CFE)*, el cual permite convertir las cantidades de cada uno de los productos en una cantidad equivalente, expresada en unidades del producto base, siempre van en función de un insumo, que se toma como referencia. Se calcula de la siguiente manera:

$$P_t = \frac{\text{Cantidad total de productos}}{\text{Cantidad total de insumos}}$$

Para determinar el Coeficiente Físico de Equivalencia es necesario seguir el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar el insumo de referencia.
2. Determinar el producto base, el cual debe ser el más representativo en función del insumo seleccionado.
3. Dividir las cantidades del insumo de referencia, entre las cantidades de sus productos respectivos, obteniéndose así los *Requerimientos Unitarios del Insumo (RUI)*.
4. Se divide el RUI de cada producto, entre el RUI del producto base. Los cocientes obtenidos serán los CFE de cada producto, para el insumo dado, referidos al producto base.

Si bien los indicadores parciales de productividad aportan información acerca del comportamiento del producto en relación a un insumo dado, no aportan información acerca del comportamiento del producto en relación al total de insumos utilizados para producirlos. Para ello es necesario utilizar *indicadores totales* de productividad.

Para el cálculo de productividades totales (P_{tt}) de un producto es necesario utilizar en el denominador una unidad homogénea, para ello se multiplica la cantidad de cada insumo por su precio, obteniéndose los denominados bolívares de referencia o Coeficiente Monetario de Equivalencia (CME) y expresa el cociente resultante de dividir la cantidad de producto entre la suma total de insumos utilizados para producirlos.

Se calcula de la forma siguiente:

$$P_t = \frac{q}{C + MO + MP + E + OI}$$

Considerando el precio de venta o el precio de costo los cuales deben permanecer fijos para efectos de la comparación quedaría de la forma siguiente:

$$P_t = \frac{q}{Q_c + P_{mo} \times Q_{mo} + P_{mp} \times Q_{mp} + P_e \times Q_e + P_{oi} \times Q_{oi}}$$

Donde:

- P_{mo} Precio referido a la mano de obra.
- P_{mp} Precio por unidad de la materia prima.
- P_e Precio por unidad de energía.
- P_{oi} Precio referido a otros insumos.

En el caso del cálculo de la productividad total para la producción en su conjunto, es necesario utilizar el *Coficiente Monetario de Equivalencia* tanto para los insumos como para los productos. (Ambos deben ser homogéneos)

Formas de incrementar la productividad del trabajo:

1. El producto aumenta y el insumo permanece constante.
 2. El producto aumenta en mayor proporción que el aumento experimentado por el insumo.
 3. El producto aumenta y el insumo decrece.
 4. El producto permanece constante y el insumo decrece.
 5. El producto disminuye y el insumo también pero a una tasa mayor.
- Es deseable, a largo plazo, que las productividades laborales, materiales de la empresa y del país se incrementen según las tres primeras situaciones, ya que serán la base de un mejor nivel de vida, de mayores posibilidades de empleo, de la mejor utilización de las materias primas y del recurso humano.

PROCEDIMIENTO:

A continuación se indican los pasos que se deben seguir para realizar la práctica:

1. Escoja un área del sitio previamente asignado para el desarrollo del Laboratorio donde se pueda medir y analizar el indicador.
2. Detalle el(los) tipo(s) de insumo(s) presente(s). Caracterícelo(s).
3. Detalle el(los) tipo(s) de producto(s) obtenido(s). Caracterícelo(s).
4. Busque la información requerida para establecer las relaciones que le permitan fijar indicadores parciales de productividad.
5. Utilice el método del coeficiente físico de equivalencia (CFE).
6. Realice los cálculos teniendo en cuenta las unidades.
7. Interprete los resultados.
8. Busque la información requerida para establecer las relaciones que le permitan fijar indicadores totales de productividad.
9. Utilice el método del coeficiente monetario de equivalencia (CME).
10. Realice los cálculos correspondientes considerando las unidades respectivas.
11. Interprete los resultados.
12. Proponga tareas a realizar a corto y mediano plazo que contribuyan al desarrollo del ciclo del mejoramiento de la productividad.



Elaborado por: Ing. Iván J. Turmero Astros MSc

PRÁCTICA 2: Descripción de los procesos de producción utilizando las técnicas de gráficos y diagramas.

OBJETIVOS:

Como primer paso para el análisis de un proceso, es de suma importancia la elaboración de los diagramas, los cuales proporcionan una visión panorámica de lo que sucede y facilitan a la vez entender las relaciones de las operaciones o elementos entre sí; por lo que el estudiante debe:

1. Identificar los elementos de un proceso.
2. Obtener información de los hechos (dibujos, especificaciones, requerimientos cuantitativos, etc.)
3. Describir los procesos y presentar los hechos e información en forma ordenada para su estudio y análisis.
4. Elaborar los diagramas de proceso y flujo.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA:

Una vez elegido y delimitado el área de trabajo de acuerdo a los criterios manejados para el momento y enfrentados a un estudio concreto es necesario llevar a cabo por orden sucesivo las tres siguientes fases: *OBSERVAR* el método actual, *ANALIZAR* ese método observado y *DESARROLLAR* el método mejorado, hay una serie de instrumentos a utilizar que facilitan estas tareas y permiten abordarlas de forma ordenada y metódica. Se trata de diagramas o gráficos como: diagramas de operaciones, diagramas de procesos, diagramas de flujo o recorrido.

Estos diagramas van de lo general a lo particular: se pasa de examinar un conjunto de operaciones a considerar una sola con más detalle, hasta llegar al estudio pormenorizado de los movimientos del operario.

Siguiendo este principio de ir de lo general y más importante a lo particular y detalle, se aconseja abordar el análisis y mejora de métodos, analizando al operario o al producto, dependiendo de esto los tipos de diagramas a utilizar.

Los diagramas o gráficos que a continuación se describen son los empleados en los estudios de mejora de métodos, no utilizándose todos en las mismas circunstancias, ni tampoco son los únicos posibles, sino más bien los que pueden considerarse como modelos, siendo susceptibles de adaptarse a los casos más diversos que suelen presentarse en la práctica. No obstante pueden idearse y elaborarse otros, más o menos basados en ellos, que se amolden mejor a cada caso específico.

Estos gráficos no son estrictamente necesarios para llevar a cabo una mejora de métodos aunque sí de gran utilidad para ello. Estos diagramas son los siguientes:

1. Diagrama de operaciones del proceso
2. Diagrama del proceso o flujo del proceso.
3. Diagrama de flujo de recorrido.
4. Diagrama hombre – máquina (s).
5. Diagrama de cuadrillas.

DEFINICIONES Y SÍMBOLOS:

A efectos de análisis y para facilitar la eliminación de las definiciones es conveniente agrupar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco símbolos. Estos se conocen como: operación (○), inspección (□), demora (▷), transporte (◁) y almacenamiento (▽). Las definiciones que a continuación se dan abarcan el significado de estos símbolos en la confección de los diagramas de proceso:

Operación: (○)

Tiene lugar cuando una operación se modifica intencionalmente a un objeto, o cuando se dispone o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. También tiene lugar una operación cuando se da o recibe información o cuando se hace un planteamiento o programa, o cálculo.

Inspección: (□)

Tiene lugar una inspección cuando se examina un objeto para su identificación o se somete a verificación en cuanto a cantidad en cualquiera de sus características.

Demora: (▷)

Tiene lugar una demora cuando las condiciones o circunstancias, excepto las inherentes al cambio intencionado de las características físicas o químicas del objeto, no permiten la ejecución inmediata de la siguiente acción prevista.

Transporte: (◁)

Tiene lugar un transporte cuando se mueve un objeto de un sitio para otro, excepto cuando el movimiento forma parte de una operación o es originado por el operario en el puesto de trabajo durante una operación o una inspección.

Almacenaje: (▽)

Tiene lugar un almacenaje cuando un objeto se guarda o se protege de manera que no se pueda retirar sin la correspondiente autorización.

Actividad combinada: (◻)

Cuando se desea indicar actividades realizadas a la vez o por el mismo puesto de trabajo, se combinan los símbolos correspondientes a estas actividades. Por ejemplo el círculo colocado dentro del cuadrado representa la combinación de una operación y una inspección.

DIAGRAMA DE PROCESO:

Según la definición de la *American Society of Mechanical Engineers* en la *ASME Standar*:

“ El diagrama de procesos es una representación gráfica de los acontecimientos que se producen durante una serie de acciones u operaciones y de la información concerniente a los mismos ”. Este tipo de diagrama o esquema también puede referirse, solamente a las operaciones e inspecciones, en cuyo caso sería un diagrama de operaciones, siendo de particular utilidad cuando se trata de tener una idea de los trabajos realizados sobre un conjunto de piezas o componentes que constituyen un montaje, grupo o producto.

La utilidad de esta clase de diagramas es la de construir un examen previo y sintetizado de los procesos de trabajo, que puede servir como base a estudios posteriores más amplios y detallados. Mediante este examen se pueden precisar los hechos de mayor relevancia; por ejemplo, si se puede eliminar una operación, situar las inspecciones en el momento y lugar adecuado, racionalizar los movimientos de materiales y piezas, y eliminar o disminuir las demoras. Los diagramas de proceso pueden representarse sobre hojas, sobretodo cuando se trata de describir acontecimientos que atañen a más de una pieza o bien las actividades de más de una persona. Cuando se está habituado a utilizarlos regularmente, es preferible adoptar impresos previamente preparados. (formatos)

DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO:

El diagrama de flujo es una representación gráfica sobre el plano del área en el cual se desarrolla la actividad, con las ubicaciones de los puestos de trabajo y el trazado de los movimientos de los hombres y(o) de los materiales.

Este tipo de diagrama se utiliza cuando los recorridos que siguen los materiales y piezas son largos, en general cuando por una u otra causa se debe tener en cuenta de manera especial o hacer resaltar este factor por la importancia que pueda tener en el estudio. Otra modalidad es el diagrama planimétrico (Layout), que se realiza trasladando sobre él las actividades registradas en el diagrama de recorrido con sus correspondientes símbolos e idéntica numeración a la utilizada, caso de haber elaborado previamente dicho diagrama de recorrido.

PROCEDIMIENTO:

A continuación se indican los pasos que el estudiante debe seguir para realizar la práctica:

1. Diríjase al sitio escogido, seleccionado por usted o asignado por el profesor.
2. Proceda a buscar la información registrando todos los hechos inmediatamente después de la respectiva observación, para que la mente se libere de la carga que representa tener que recordar la información. (Todo cuanto se registre debe basarse en la información directa)
3. Observe con un alto grado de exactitud y precisión.
4. Después de completada la información, proceda a la constatación de los puntos siguientes:
 - 4.1 Que se hayan registrado todos los hechos.
 - 4.2 Que no se haya hecho ninguna simplificación exagerada que convierta al estudio en incompleto y por consiguiente en inexacto.
5. Elabore un formato adecuado donde debe vaciar la información recaudada.
6. Elabore el diagrama del proceso con la simbología correspondiente.
7. Añada en forma paralela a la simbología la naturaleza de cada operación, inspección y el tiempo en los casos en que sean conocidos.
8. Enumere los símbolos de forma ordenada y en sucesión.
9. Añada la siguiente información al diagrama:
 - 9.1 Nombre del producto o material.
 - 9.2 Nombre del proceso que se realiza, indique inicio y término.
 - 9.3 Lugar donde se lleva a cabo el proceso o la operación (local, departamento, fábrica, etc.)
 - 9.4 Número del diagrama, número de hojas.
 - 9.5 Fecha en que se elabora.
 - 9.6 Leyenda de los símbolos.
 - 9.7 Resumen de cada uno de los elementos que conforman el proceso (cantidad, metros recorridos, etc.)



Elaborado por: Ing. Iván J. Turmero Astros MSc

PRÁCTICA 3: Análisis operacional de los procesos formulados en la Práctica 2.

OBJETIVOS:

Una de las tareas al aplicar una metodología a la solución de problemas es identificar los elementos valiosos y útiles del proceso. Una segunda tarea es proponer caminos para mejorarlos. Para obtener este logro, el estudiante deberá:

1. Seleccionar el método a estudiar.
2. Analizar el método actual.
3. Criticar las actividades.
4. Generar ideas que den lugar a mejoras en el proceso.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA:

El objetivo de este aspecto es entrar en el análisis de los procesos ya descritos. La primera etapa consiste en elaborar un diagrama analítico. Antes de examinar todas las aplicaciones posibles del diagrama analítico como medio de mirar con ojos críticos el trabajo e idear después métodos más adecuados, vale la pena señalar ciertos aspectos que nunca se deben olvidar durante la preparación de los flujogramas. Son importantes porque se trata del instrumento más eficaz para perfeccionar los métodos; sea cual fuera la técnica que se utilice más adelante, la preparación del diagrama es siempre el primer paso.

Con la preparación gráfica de los hechos se obtiene una visión panorámica de lo que sucede y se entiende más fácilmente tanto los hechos en sí como su relación mutua.

Los detalles que figuran en el diagrama deben recogerse por observación directa. Una vez escritos, puede uno despreocuparse de recordarlos, pero ahí quedan para consultarlos, o para utilizarlos como ejemplo al dar explicaciones a terceros. Los flujogramas no deberán hacerse de memoria, sino a medida que se observa el trabajo.

Después de haber tratado lo relativo al registro de los hechos, corresponde ahora ver cómo se procede para examinar con espíritu crítico los hechos realizados para ello será necesario que se lleve a la práctica las recomendaciones siguientes:

1. Observe el método de trabajo tal y como se está llevando a cabo actualmente, desligándose de toda iniciativa de crítica. Es decir, se debe apartar de nuestra mente toda idea que pretenda determinar cómo debería hacerse. Simplemente se debe formar en nuestro interior una idea clara, exacta y precisa de lo que se hace.
2. En bien de la exactitud y precisión de nuestro estudio, es importante que se trabaje en comunicación estrecha con los ejecutantes de los procesos. Ellos son los más indicados para dar información acerca de la manera cómo se llevan a cabo las actividades del método. La cooperación dada debe ser agradecida, y reconocida al ayudarnos en la consecución de mejoras de métodos de trabajo.

3. Anote siempre que sea posible, todo aquello que pueda ayudarle en el análisis que a continuación debe realizar. Por lo que se deben copiar los detalles tales como: peligros, dificultades, tiempos de ejecución, tiempos de demoras, distancias recorridas, etc. Este paso del método debe ser cumplido fielmente en el propio sitio donde se realiza el proceso de estudio. La rigurosidad de su cumplimiento traerá como consecuencia positiva el que los datos recogidos sean los exactos por venir de sus fuentes primarias.
4. El siguiente paso es criticar cada actividad que conforma el proceso. Para ello es necesario utilizar una metodología crítica de la siguiente manera: primero se determinan las *operaciones básicas* y serán criticadas con la ayuda de las siguientes preguntas:

¿Qué se logra?	(Propósito)
¿Dónde se hace?	(Lugar)
¿Cuándo se hace?	(Sucesión)
¿Quién lo hace?	(Persona)
¿Cómo se hace?	(Medios)

Teniendo presente que la crítica está encaminada a lograr mejoras en el proceso como un todo, después de criticar las operaciones básicas, deberán tratarse de la misma manera las inspecciones y, en caso necesario las demás actividades. En la búsqueda de cómo hacerlo mejor se deben considerar los costos, la seguridad, los materiales, las herramientas y el equipo. Esto se hará simple al utilizar las siguientes preguntas:

Material:

1. ¿Puede hacerse en la empresa?
2. ¿Puede sustituirse por otro mejor, más barato o menos escaso?
3. ¿Se han reducido los desperdicios?
4. ¿Pueden usarse los desperdicios?

Maquinarias y herramientas:

1. ¿Están en buenas condiciones?
2. ¿Son las adecuadas?
3. ¿Están colocadas convenientemente?
4. ¿Se pueden aprovechar el tiempo libre de operadores o máquinas?

Distribución y condiciones del lugar:

1. ¿Se han reducido al mínimo los transportes?
2. ¿Está limpio y ordenado el lugar?
3. ¿Se usa el espacio disponible?
4. ¿Se usa el espacio dedicado a producción para almacenaje o desperdicios?

Seguridad:

1. ¿Es el método más seguro y más fácil?
2. ¿Entiende el operario las reglas de seguridad?
3. ¿Qué requisitos o aptitudes debe reunir el trabajador, agudeza visual, etc.?
4. ¿Cuenta con el equipo de seguridad necesario?

Diseño:

1. ¿Puede variar la calidad cambiándolo?
2. ¿Son necesarias y apropiadas las tolerancias?
3. ¿Se reduce el tiempo y materiales combinándolo?
4. ¿Es más fácil su manejo?

DESARROLLO DE UN NUEVO MÉTODO:

Una vez hecha la crítica de las actividades del proceso en estudio se debe desarrollar, con las ideas surgidas de las preguntas realizadas, un método mejorado. Para ello se debe cumplir con las siguientes recomendaciones:

1. Revise las ideas y ordénelas según su tendencia, toda idea por descabellada que parezca persigue una finalidad, agrúpelas en bloques que lleven a la eliminación de una actividad, en otro bloque aquellas que se llevan a reducir el número de veces que se deba ejecutar y por último, en un tercer bloque, aquellas que traigan como consecuencia la simplificación de los medios utilizados en su realización.
2. Inmediatamente después de haber agrupado las ideas, se debe quedar con las necesarias y posibles, eliminando, cambiando, reordenando y simplificando tanto tendencias como ideas.
3. Con las ideas que quedan se debe pensar en el nuevo método, desarrollándolo y diagramándolo. Se elaborará su representación gráfica teniendo en cuenta los Principios de Economía de Movimientos (PEM).
4. Describa el nuevo método, logre su aprobación. La aprobación del mismo depende muchas veces de la redacción que se da al informe. En general conviene señalar las ventajas en este orden:

- 4.1 Reducción de costos.
- 4.2 Aumento de producción.
- 4.3 Reducción de desperdicios.
- 4.4 Ahorro de tiempo.
- 4.5 Ahorro de recorrido.
- 4.6 Aumento de la calidad.
- 4.7 Seguridad.

Los pasos generales antes señalados ayudan a analizar procesos en los que se relacionan hombres y máquinas, operarios que trabajan juntos en grupos y operarios en las zonas de trabajo.

Al examinar los movimientos de obreros y materiales con el enfoque más amplio, nos interesa los tiempos innecesarios de inactividad, la ejecución más eficaz de los procesos y el mejor aprovechamiento de la mano de obra, eliminando movimientos innecesarios que consumen mucho tiempo, dentro de la zona de trabajo, en la fábrica, departamento o local. Para ello se estudiará la técnica que se utiliza para consignar detalladamente los movimientos de obreros en su lugar de trabajo, “*la economía de movimientos*”.

PRINCIPIOS DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS:

Los Principios de Economía de Movimientos (PEM) son el resultado de estudios y experiencias debidas a los indicadores del estudio del trabajo y aunque siempre es posible su aplicación, resultan verdaderamente útiles en los estudios y análisis de los métodos de trabajo, especialmente para simplificaciones de los movimientos de los ejecutantes.

1. Tener los materiales y herramientas en el área normal de trabajo
2. Usar las dos manos simultáneamente de ser posible.
3. Hacer la entrega soltando.
4. Instalar planos inclinados.
5. Sostener las piezas con dispositivos.
6. Usar mecanismos accionados con los pies, cuando sea posible.
7. Comprobar que las sillas son adecuadas y confortables.
8. Cambiar la distribución de la maquinaria para evitar retroceso del material.
9. Comparar los métodos usados por varios operarios.
10. Utilizar las mejoras previamente obtenidas.

PROCEDIMIENTO:

1. Establezca prioridades de lo necesitado, cuya información puede obtenerse revisando los reportes, los memorándums y discutiendo el tema con el personal de confianza. Esta investigación también debe indicar qué tipo de ayuda será necesaria para el estudio y cuánto tardará.
2. Busque la información con diplomacia, para obtener buen resultado al ponerse en contacto con el trabajador siga las recomendaciones siguientes:
 - 2.1 Esté seguro de que los trabajadores comprenden los propósitos y objetivos de la investigación.
 - 2.2 Trate de que el trabajador se sienta en confianza.
 - 2.3 Haga hincapié en la importancia de su colaboración para el éxito del estudio.
 - 2.4 Deje que sea el trabajador quien hable.
 - 2.5 Solicite y aliente las sugerencias de los trabajadores. No haga preguntas que lleven implícitas las respuestas.
 - 2.6 No critique ni corrija la forma en que los trabajadores estén haciendo algo, la misión en esta etapa es encontrar hechos no corregir fallas.
3. Cuando usted esté consciente y satisfecho de que tiene suficiente información, desglose el proceso con la intención de eliminar, combinar o arreglar las operaciones. Para ello utilice las preguntas: ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Por qué?, etc.
4. Diagrame el método actual con ayuda de símbolos, definiciones de las actividades y los principios de las técnicas del diagramado. Represente el método tal cual como se lleva a cabo en el momento del estudio.
5. Abunde en información anotando siempre que sea posible, todo aquello que pueda ayudarle en el análisis. Copie detalles tales como: peligros, dificultades, tiempos de ejecución, tiempos de demoras, distancias recorridas, etc.
6. Al buscar cómo hacerlo mejor considere: los costos, la seguridad, los materiales, las herramientas y los equipos.
7. Diagrame el método propuesto y explique las mejoras correspondientes respecto al método actual.



Elaborado por: Ing. Iván J. Turmero Astros MSc

PRÁCTICA 4: Aplicación del estudio de tiempos en el área de trabajo.

OBJETIVOS:

Para llegar a la consecución de un estudio de tiempos con cronómetro es necesario que el analista esté familiarizado con la utilización del mismo, así como la determinación del tiempo estándar de una operación en un proceso, con el fin de establecer patrones de referencia e introducir los correctivos a que haya lugar. Por lo que con esta práctica se pretende que el estudiante sea capaz de:

1. Determinar el tamaño de la muestra.
2. Manejar el cronómetro.
3. Leer rápidamente los tiempos de los elementos.
4. Calcular los tiempos seleccionados y vaciarlos en el formato.
5. Determinar, a través del cronometraje, los tiempos promedios seleccionados.
6. Determinar la calificación de velocidad de ejecución de una operación.
7. Determinar las tolerancias en la ejecución de una tarea.
8. Determinar el Tiempo Estándar.

MATERIAL A UTILIZAR:

- Cronómetro electrónico.
- Tabla de cronometrado.
- Formato para estudio de tiempos.
- Formato para concesiones por fatiga
- Tabla Método Sistemático para asignar tolerancias por fatiga
- Calculadora.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA:

Efectuar estudios de tiempo en la empresa tiene por objeto determinar el tiempo que debe asignarse a una persona conocedora de su trabajo para realizar una tarea. Este tiempo no tendrá ningún valor si no se corresponde a un método de trabajo establecido, y además ha de ser justo y equitativo, tanto para el operario que trabaja como para la empresa que paga por ello en compensación.

Disponer de los tiempos de ejecución de las tareas es básico para:

1. Reducir los costos.
2. Determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra.
3. Establecer salarios con incentivos
4. Planificar.
5. Establecer presupuestos.
6. Comparar los métodos.
7. Equilibrar cadenas de producción.

Un estudio de tiempos no pretende fijar lo que tarda un hombre en hacer un trabajo, ni es tampoco un procedimiento para hacer caer al operario en el agotamiento físico; en definitiva de lo que se trata es de establecer un tiempo de ejecución que cualquier operario que conozca su trabajo puede hacer continuamente y con agrado.

Para establecer los tiempos de ejecución de las tareas se utilizan los cronómetros. Los cronómetros, generalmente empleados para este fin, pueden medir segundo, centésimas de minuto y diezmilésimas de hora. La unidad de tiempo llamada segundo, es la sexagésima parte de un minuto. Esta unidad de medida va cayendo en desuso por ciertos inconvenientes que presenta el sistema sexagesimal. El minuto, la sexagésima parte de una hora, es más utilizado, pero dividido en 100 partes, cada una de estas partes es una centésima de minuto, y una hora, por tanto, son 6.000 centésimas de minuto. Todos estos cronómetros tienen una pequeña esfera donde se totaliza el número de vueltas que da la saeta principal.

Para el estudio de tiempos se utilizan generalmente dos tipos de cronómetros, el cronómetro ordinario o continuo y el cronómetro vuelta a cero. El cronómetro sin vuelta a cero se regula oprimiendo la corona: con la primera opresión, las agujas se ponen en movimiento, con la segunda se detienen y, con la tercera vuelven a cero.

En el cronómetro para registrar fracciones de unidad hay dos coronas, si se oprime la segunda, una de las manecillas se detiene, mientras que la otra continua midiendo el tiempo; si se aprieta de nuevo la corona, la manecilla parada se coloca a la par de la que está en movimiento y ambas continúan andando juntas. Gracias a la posibilidad de observar la manecilla parada, se pueden obtener datos más exactos que con una aguja en movimiento.

Sea cual fuere el modelo elegido siempre hay que recordar que un reloj es un instrumento delicado, que debe manipularse con cuidado. Se le debe dar toda la cuerda antes de cada estudio y dejar que se pare. Periódicamente se debe mandar a verificar y limpiar.

Para realizar las medidas de tiempos es necesario utilizar un tablero liso, generalmente de madera contrachapada o de material plástico apropiado. Puede tener un dispositivo para sujetar el cronómetro. Los apuntes de los tiempos pueden ser tomados en hojas blancas, pero hay que trazar los renglones cada vez. Mucho más cómodo es emplear formularios impresos.

Antes de iniciar el estudio propiamente dicho, es necesario que el analista registre a partir de lo observado en forma directa lo siguiente:

1. Información que permita hallar e identificar rápidamente el estudio a realiza.
2. Información que permita identificar con exactitud el producto o pieza que se elabora.
3. Información que permita identificar con exactitud el proceso, el método, la instalación o la máquina.
4. Información que permita identificar al operario.
5. Duración del estudio.
6. Condiciones físicas del trabajo.

A continuación es importante comprobar el método empleado por el operario. Es frecuente comprobar que el operario no se atiene a las instrucciones originales: tal vez emplea otras

herramientas, velocidad o avance de la maquinaria, o está haciendo movimientos innecesarios, o bien se han variado la temperatura o condiciones del proceso.

Estas notas tienen particular importancia porque será la única constancia que quede, y las probabilidades de desviaciones aumentan cuando no se ha señalado al operario un método bien determinado.

Después de registrar todos los datos sobre la operación y el operario, necesarios para poderlos identificar más tarde y de comprobar que el método que se utiliza es adecuado, el analista deberá descomponer la operación en elementos. Los elementos son la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona, para facilitar la observación, medición y análisis.

La sucesión de elementos se ha dividido en ocho: repetitivos, casuales, constantes, variables, manuales, mecánicos, dominantes y extraños respectivamente.

Es necesario delimitar los elementos, indicando inicio y fin, al igual que dividirlos, definirlos y describirlos adecuadamente.

Después de realizar un número pequeño de mediciones es necesario calcular el tamaño de la muestra. Al determinar el número de la muestra se calcula el valor promedio representativo de cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminado. En este caso, se puede utilizar un método estadístico tradicional efectuando cierto número de lecturas preliminares (n) y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95,45 % y un margen de error de ± 5 %.

$$N = \left(\frac{40 \sqrt{n * X^2 - (\sum X^2)}}{\sum X} \right)^2$$

Siendo :

N = Tamaño de la muestra que deseamos determinar

n = Número de observaciones del estudio preliminar

\sum = Sumatoria de los valores

X = Valor de las observaciones

Una vez determinado el número de la muestra se continúa con el cronometraje hasta obtener el número establecido. A continuación se calcula el Tiempo Promedio Seleccionado para cada elemento y se procede a valorar el ritmo de trabajo del operario (Cv). Para ello existen varios métodos como son : Westinghouse, Westinghouse Modificado, Objetivo, por Velocidad y Subjetivo.

Con los valores obtenidos hasta este momento se puede calcular el Tiempo Normal de la operación :

$$TN = TPS * Cv$$

Siendo :

TN = Tiempo Normal

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado
Cv = Calificación de la Velocidad del operario

Para lograr el tiempo Estándar es necesario añadirle al Tiempo Normal las tolerancias de trabajo.

PROCEDIMIENTO:

Con el fin de manejar correctamente el cronómetro, leer rápidamente el tiempo de los elementos y reducir el tiempo de retroceso de la saeta, es necesario que el estudiante realice los pasos siguientes:

1. Obtenga y registre toda la información posible acerca de la tarea del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registre una descripción completa del método descomponiendo las operaciones en elementos suficientemente medibles.
3. Examine ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos.
4. Determine el tamaño de la muestra.
5. Familiarícese con el cronómetro.
6. Tome el cronómetro, coloque la pantalla en 0:00:00 o inicio del cronómetro.
7. Coloque el formato de tiempo en la tabla, de manera que sea cómodo escribir las lecturas.
8. Párese al frente del operario para poder observar claramente cada una de las operaciones a realizar.
9. Registra los tiempos de cada elemento de la operación en el formato.
10. Calcule el Tiempo Promedio Seleccionado para cada elemento de la operación en estudio.
11. Determine simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario utilizando el método más adecuado.
12. Convierta los tiempos observados en tiempos normales o básicos.
13. Determine los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
14. Determine el Tiempo Estándar de la operación.



Material elaborado por:
Ing. Iván J. Turmero Astros MSc
Prof. Agregado
Dpto. Ing. Industrial
UNEXPO